

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①⑪ N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 764 452

②① N° d'enregistrement national :

98 07088

⑤① Int Cl⁶ : H 04 J 14/02, H 04 B 10/04

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 05.06.98.
③⑦ Priorité : 06.06.97 JP 16350597.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 11.12.98 Bulletin 98/50.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : NEC CORPORATION — JP.

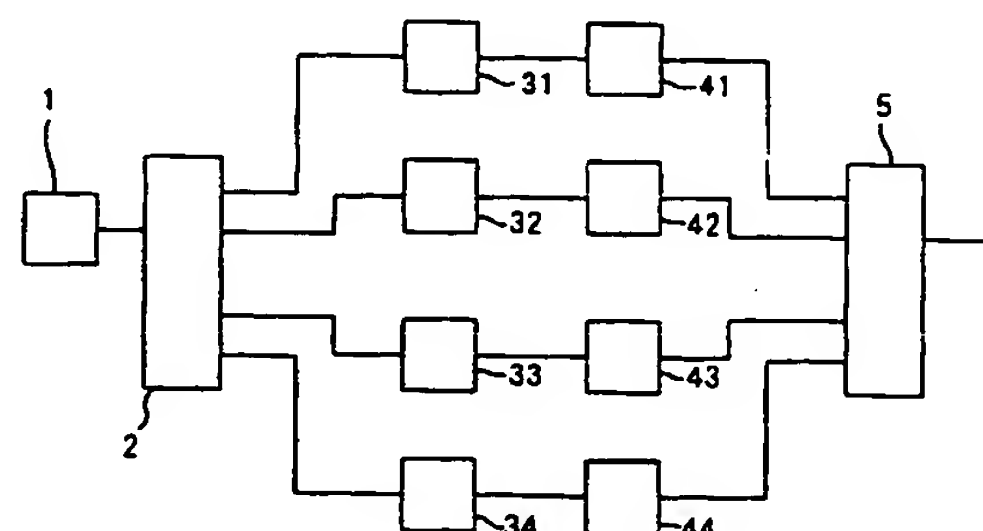
⑦② Inventeur(s) : TOYOHARA ATSUSHI.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : SOCIETE DE PROTECTION DES
INVENTIONS.

⑤④ **SYSTEME DE COMMUNICATION OPTIQUE A MULTIPLEXAGE EN LONGUEUR D'ONDE.**

⑤⑦ Des signaux optiques multiplexés en longueur d'onde
sont amplifiés par un amplificateur à fibre optique (1), sépa-
rés par un séparateur multiple (2), séparés par des filtres
optiques passe bande (31, 32, 33, 34) en plusieurs groupes
de signaux optiques de longueurs d'ondes différentes, qui
sont amplifiés séparément et collectivement par des ampli-
ficateurs à fibres optiques (41, 42, 43, 44) réglés dans leurs
niveaux, et multiplexés par un coupleur multiple (5).



FR 2 764 452 - A1



SYSTEME DE COMMUNICATION OPTIQUE A MULTIPLEXAGE EN
LONGUEUR D'ONDE

L'invention concerne une technique de transmission de signal optique à multiplexage en longueur d'onde (ci-après, WDM), et en particulier un système de communication optique WDM dans lequel plusieurs signaux optiques sont simultanément transmis sur une fibre unique avec les mêmes niveaux de puissance de transmission.

Au cours de ces dernières années, un système de communication optique WDM, dans lequel plusieurs signaux optiques avec des longueurs d'ondes différentes sont multiplexés et transmis sur la même ligne de transmission optique, a été vivement développé en tant que moyens pour augmenter à l'époque la capacité de transmission de la ligne de transmission optique.

Pour prolonger la distance de transmission du système de communication optique WDM, il est indispensable que les niveaux des signaux optiques de transmission soient élevés et égalisés, et des efforts importants ont été réalisés pour atteindre l'exigence susmentionnée. Dans l'une des approches du sujet, par exemple, des atténuateurs optiques variables sont respectivement connectés aux accès de sortie de sources de lumière de signaux, et les niveaux des signaux optiques sont égalisés en réglant les atténuateurs optiques variables, mais les puissances de transmission élevées ne peuvent pas être atteintes. Dans l'autre approche, des amplificateurs à fibres optiques sont respectivement connectés aux accès de sortie des sources de lumière de signaux, et les niveaux des signaux optiques sont égalisés en réglant les gains des

amplificateurs à fibres optiques. Selon ce système, les problèmes mentionnés au début peuvent être résolus, mais le système est augmenté et de prix élevé. Il est alors extrêmement souhaitable de diminuer le nombre
5 d'amplificateurs à fibres optiques.

En conséquence, un but de l'invention consiste à proposer un système de communication optique WDM, qui transmet des signaux optiques avec des niveaux égalisés et qui est de petite taille et de faible prix.

10 Selon la caractéristique de l'invention, un système de communication optique WDM comprend :

un amplificateur optique de premier étage pour amplifier de façon collective des signaux optiques multiplexés en longueur d'onde,

15 des moyens pour démultiplexer une sortie de l'amplificateur optique de premier étage en plusieurs groupes d'un ou plusieurs signaux optiques,

plusieurs amplificateurs optiques de deuxième étage, pour amplifier respectivement les sorties des
20 moyens pour démultiplexer la sortie de l'amplificateur optique de premier étage, et

des moyens pour multiplexer les sorties des plusieurs amplificateurs optiques de deuxième étage.

L'invention va être expliquée plus en détail
25 conjointement avec les dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 montre un exemple de systèmes de communication optique WDM classiques,

la figure 2 montre un autre exemple de systèmes de communication optique WDM classiques,

30 la figure 3 montre l'autre exemple de systèmes de communication optique WDM classiques,

la figure 4 montre un fondement des modes de réalisation préférés de l'invention,

la figure 5 montre un autre mode de réalisation de l'invention,

la figure 6 montre un autre mode de réalisation de l'invention,

5 la figure 7 montre un schéma synoptique montrant un autre mode de réalisation de l'invention,

la figure 8 montre des valeurs numériques des niveaux de signaux de sortie du mode de réalisation représenté sur la figure 7, en fonction de la longueur
10 d'onde d'un signal optique,

la figure 9 montre un exemple de la dépendance par rapport à la longueur d'onde du gain de l'amplificateur à fibre optique 1, et

la figure 10 montre une modification du mode de
15 réalisation représenté sur la figure 4.

Avant d'expliquer un système de communication optique WDM des modes de réalisation préférés selon l'invention, le système de communication optique WDM classique susmentionné va être expliqué en référence
20 aux figures 1 à 3.

Dans le système de communication optique WDM, il est très important que les niveaux des signaux optiques soient aussi élevés et égalisés que possible pour prolonger la distance de transmission aussi loin que
25 possible. Pour égaliser les niveaux des signaux optiques, le procédé représenté sur les figures 1 à 3 a été adopté de manière classique.

(1) Dans un procédé représenté sur la figure 1, les sorties des sources de lumière de signaux 11 à 14 sont
30 multiplexées par des coupleurs multiples 71 à 73, et les sources de lumière de signaux 11 à 14 sont respectivement réglées de façon que les niveaux des

signaux optiques soient égalisés au niveau de l'accès de sortie du coupleur 73.

(2) Dans un procédé représenté sur la figure 2, des atténuateurs optiques variables 51 à 54 sont respectivement connectés aux accès de sortie des sources de lumière de signaux 11 à 14, et réglés de façon que les niveaux des signaux optiques soient égalisés au niveau de leurs accès de sortie. Puis, les sorties des atténuateurs optiques variables 51 à 54 sont multiplexées par les coupleurs 71 à 73.

(3) Dans un procédé représenté sur la figure 3, des amplificateurs optiques, tels que les amplificateurs à fibres optiques 21 à 24, sont respectivement connectés aux accès de sortie des sources de lumière de signaux 11 à 14. Les sorties des amplificateurs optiques 21 à 24 sont multiplexées par un coupleur multiple 74. Les gains des amplificateurs optiques 21 à 24 sont respectivement réglés de façon que les niveaux des signaux optiques soient égalisés au niveau des accès de sortie du coupleur 74.

Toutefois, dans les procédés représentés en (1) et (2), les niveaux des signaux optiques respectifs sont réglés sur la base du niveau minimum dans ceux-ci, de sorte que des puissances de transmission élevées ne peuvent pas être obtenues. De plus, dans le procédé représenté en (3), puisque chacune des sources de lumière de signaux est munie de l'amplificateur optique, le système est augmenté et de prix élevé.

Un problème similaire apparaît dans le cas où les signaux optiques WDM sont amplifiés collectivement par un amplificateur à fibre optique, et l'irrégularité des niveaux des signaux optiques amplifiés provoquée par la dépendance par rapport à la longueur d'onde de

l'amplificateur à fibre optique est tentée d'être corrigée.

Les figures 4 à 6 représentent respectivement des modes de réalisation préférés de l'invention. Les modes de réalisation préférés vont être expliqués pour un cas, où le nombre de signaux optiques à multiplexer est de huit.

La figure 4 montre le premier mode de réalisation préféré de l'invention, qui est un fondement d'autres modes de réalisation.

Dans ces modes de réalisation, les longueurs d'ondes des huit signaux optiques d'entrée sont respectivement λ_1 à λ_8 , où $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 < \lambda_4 < \lambda_5 < \lambda_6 < \lambda_7 < \lambda_8$. Un amplificateur à fibre optique 1 amplifie collectivement les signaux optiques multiplexés en longueur d'onde avec la densité multiplexée de huit. Un séparateur multiple 2 sépare la sortie de l'amplificateur à fibre optique 1 en quatre groupes des signaux optiques multiplexés en longueur d'onde. Des filtres optiques passe bande 31 à 34 transmettent respectivement les signaux optiques avec les largeurs prescrites des longueurs d'ondes. Les sorties des filtres optiques passe bandes 31 à 34 sont respectivement amplifiées par des amplificateurs à fibres optiques 41 à 44, dont les sorties sont multiplexées par un coupleur multiple 5.

Comme représenté sur la figure 9, le gain de l'amplificateur à fibre optique 1 n'est pas plat en général, lorsqu'il est exprimé en fonction de la longueur d'onde du signal optique. En conséquence, lorsque les plusieurs signaux optiques sont collectivement amplifiés par les amplificateurs à fibres optiques, les niveaux de sortie des signaux

optiques sont exprimés en fonction de la longueur d'onde du signal optique dans le cas où les spectres des signaux optiques d'entrée sont plats.

Dans ce mode de réalisation, les signaux optiques
5 multiplexés en longueur d'onde constitués des huit signaux optiques avec les longueurs d'onde de λ_1 à λ_8 sont divisés en les quatre groupes des signaux optiques avec les largeurs de bande prescrites des longueurs d'ondes, qui sont respectivement amplifiées et réglées
10 par les quatre amplificateurs à fibres optiques 41 à 44. De cette manière, les niveaux des signaux optiques respectifs sont égalisés.

Le séparateur multiple 2 sépare les signaux optiques multiplexés en longueur d'onde constitués des
15 huit signaux optiques avec les longueurs d'ondes de λ_1 à λ_8 en les quatre groupes des signaux optiques, qui sont respectivement délivrés aux filtres optiques passe bande 31 à 34. Les bandes passantes des filtres optiques passe bande 31 à 34 correspondent
20 respectivement à des signaux optiques isolés ou à plusieurs signaux optiques avec des longueurs d'ondes voisines, et les signaux optiques qui les traversent sont respectivement délivrés aux amplificateurs à fibres optiques 41 à 44. Dans le présent exemple,
25 puisque le nombre de longueurs d'ondes des signaux optiques est de huit et que celui des filtres optiques passe bande est de quatre, les nombres des signaux optiques traversant les filtres optiques passe bande sont de un à cinq.

30 Dans le système représenté sur la figure 7, un filtre optique à réseau de Bragg sur fibre ou un filtre optique diélectrique peut être utilisé comme filtre optique passe bande. Le filtre optique à réseau de

Bragg sur fibre est constitué du réseau de Bragg sur fibre, qui réfléchit un signal optique avec une longueur d'onde particulière, et d'un circulateur optique, le réseau de Bragg sur fibre étant une fibre
5 optique comportant un revêtement, dont l'indice de réfraction est exprimé par une fonction périodique dans la direction longitudinale. Le filtre optique diélectrique est formé de SiO_2 ou de MgO_2 .

Les gains des amplificateurs à fibres optiques 41 à
10 44 sont ensuite respectivement contrôlés, de façon que tous les signaux optiques délivrés aux amplificateurs à fibres optiques présentent les mêmes niveaux de sortie. En d'autres termes, les niveaux de sortie des signaux optiques amplifiés par les amplificateurs à fibres
15 optiques deviennent presque identiques en contrôlant individuellement les niveaux de sortie des amplificateurs à fibres optiques respectifs 41 à 44. Les amplificateurs à fibres optiques 41 à 44 sont formés de fibres optiques ayant des coeurs dopés avec
20 une petite quantité de métal de terres rares, tels que erbium, terbium ou praseodymium. De plus, un amplificateur optique à semi-conducteur peut être adopté en remplacement de l'amplificateur à fibre optique. Les dépendances par rapport à la longueur
25 d'onde des gains des amplificateurs à fibres optiques peuvent également avoir les formes représentées sur la figure 9. La caractéristique susmentionnée peut également être plate dans une plage de longueur d'onde
30 désirée en conformité avec les niveaux des niveaux des signaux optiques d'entrée ou peut avoir une forme telle que l'irrégularité des niveaux des signaux optiques d'entrée puisse être annulée.

Les sorties des amplificateurs à fibres optiques 41 à 44 sont multiplexées par le coupleur 5 et délivrées à une ligne de transmission optique unique.

Les figures 5 et 6 montrent respectivement les autres modes de réalisation préférés de l'invention. Outre le système représenté sur la figure 4, les systèmes représentés sur les figures 5 et 6 sont respectivement munis de filtres optiques passe bande pour supprimer les bruits provoqués par l'émission spontanée et améliorer les rapports S/B.

Dans le système représenté sur la figure 5, les filtres optiques passe bande 61 à 64 sont respectivement insérés entre les amplificateurs à fibres optiques 41 à 44 et le coupleur multiple 5.

Dans le système représenté sur la figure 6, un filtre optique passe bande 7 est connecté à l'accès de sortie du coupleur multiple 5.

Le mode de réalisation de l'invention va ensuite être expliqué de manière concrète. La figure 7 montre la structure du mode de réalisation, et les longueurs d'ondes λ_1 à λ_8 des signaux optiques générés par les sources de lumière de signaux sont fixées comme suit.

λ_1 : 1530 nm
 λ_2 : 1536 nm
 λ_3 : 1540 nm
 λ_4 : 1545 nm
 λ_5 : 1547 nm
 λ_6 : 1549 nm
 λ_7 : 1556 nm
 λ_8 : 1558 nm

Pour régler les niveaux des signaux optiques respectifs, les filtres optiques passe bande sont

réglés de façon que le filtre optique passe bande 31 transmette le signal optique de la longueur d'onde λ_1 , le filtre optique passe bande 32 transmette les signaux optiques des longueurs d'ondes λ_2 et λ_3 , le filtre
5 optique passe bande 33 transmette les signaux optiques des longueurs d'ondes λ_4 , λ_5 et λ_6 , et le filtre optique passe bande 34 transmette les signaux optiques des longueurs d'ondes λ_7 et λ_8 . Les niveaux des groupes des signaux optiques, qui ont été transmis par les filtres
10 optiques passe bande, sont réglés séparément par les amplificateurs à fibres optiques et égalisés dans leur ensemble.

La bande passante du filtre optique passe bande 31, qui transmet le signal optique de la longueur d'onde
15 λ_1 , est fixée pour être de 1530 ± 2 nm. La bande passante du filtre optique passe bande 32, qui transmet les signaux optiques des longueurs d'ondes λ_2 et λ_3 est fixée pour être de 1535 à 1541 nm. La bande passante du filtre optique passe bande 33, qui transmet les signaux
20 optiques des longueurs d'ondes λ_4 à λ_6 est fixée pour être de 1544 à 1550 nm. La bande passante du filtre optique passe bande 34, qui transmet les signaux optiques des longueurs d'onde λ_7 et λ_8 , est fixée pour être de 1555 à 1559 nm.

25 Les gains des amplificateurs à fibres optiques 41 à 44, qui amplifient respectivement les sorties des filtres optiques passe bande 31 à 34, sont contrôlés sur la base de la dépendance par rapport à la longueur d'onde du gain de l'amplificateur à fibre optique
30 représenté sur la figure 9. Tous les amplificateurs à fibres optiques comprennent les fibres optiques ayant des coeurs dopés avec l'erbium, métal de terres rares,

et la dépendance par rapport à la longueur d'onde de leurs gains est la même. Les longueurs d'ondes des plusieurs signaux optiques destinés à être amplifiés par le même amplificateur à fibre optique sont choisies de façon que les niveaux de signaux de sortie soient éga-
5 lisés en considérant la caractéristique de dépendance par rapport à la longueur d'onde du gain de l'amplificateur à fibre optique représenté sur la figure 9.

10 Des coupleurs 1x4 à fibres fusionnées sont utilisés comme séparateur multiple 2 et coupleur multiple 5. Les filtres optiques passe bande, qui sont respectivement constitués des réseaux de Bragg sur fibre et des circulateurs optiques, sont utilisés comme filtres
15 optiques passe bande 31 à 34.

Le niveau de puissance de sortie de l'amplificateur à fibre optique 1 et les gains des amplificateurs à fibres optiques 41 à 44 sont respectivement indiqués sur le tableau 1, et les niveaux de puissance des
20 signaux de sortie peuvent ainsi être éga- lisés.

TABLEAU 1

LONGUEUR D'ONDE (nm)	PUISSANCE DE SORTIE DE L'AMPLIFICATEUR À FIBRE OPTIQUE (dBm)	GAIN DE L'AMPLIFICATEUR À FIBRE OPTIQUE 41 à 44 (dB)	NIVEAU DE PUISSANCE DE SORTIE (dBm)
λ_1 : 1530	+12,8 dBm	+20,0	18,8
λ_2 : 1536	+8,0 dBm	+24,8	18,8
λ_3 : 1540	+8,0 dBm	+24,8	18,8
λ_4 : 1545	+9,8 dBm	+23,0	18,8
λ_5 : 1547	+9,8 dBm	+23,0	18,8
λ_6 : 1549	+9,8 dBm	+23,0	18,8
λ_7 : 1556	+11,2 dBm	+21,6	18,8
λ_8 : 1558	+11,2 dBm	+21,6	18,8

Dans ce mode de réalisation, comme mentionné dans
 ce qui précède, les signaux optiques avec les
 5 différentes longueurs d'onde sont divisés en plusieurs
 groupes comprenant des signaux optiques isolés ou
 voisins par les quatre filtres optiques passe bande, et
 les signaux optiques appartenant aux mêmes groupes sont
 amplifiés séparément par les différents amplificateurs
 10 à fibres optiques 41 à 44 et multiplexés par le
 coupleur 5. De cette manière, les niveaux de sortie des
 signaux optiques respectifs peuvent être égalisés.

La figure 8 montre les niveaux des signaux optiques
 (représentés par des carrés noirs), qui sont obtenus

d'après la condition mentionnée dans ce qui précède, en fonction de la longueur d'onde des signaux optiques. Les courbes représentées par des lignes en tirets sont ajoutées à ceux-ci par commodité de compréhension du principe de l'invention.

Un coupleur WDM (coupleur à multiplexage en longueur d'onde) peut être adopté comme séparateur multiple 2 ou coupleur multiple 5 en remplacement du coupleur à fibres fusionnées, comme représenté sur la figure 10 où chacune des références 8 et 9 représente un coupleur WDM. De plus, le filtre optique diélectrique peut être adopté comme filtre optique passe bande en remplacement d'un filtre optique composé d'un réseau de Bragg sur fibre et d'un circulateur optique. Il faut remarquer que les rapports S/B des signaux optiques transmis par le système représenté sur la figure 10 peuvent être améliorés en y ajoutant un ou plusieurs filtres optiques passe bande de façon similaire aux cas représentés sur les figures 5 et 6.

Dans ce mode de réalisation, il est recommandé d'allouer des filtres optiques passe bande près du coupleur multiple pour supprimer les lumières émises spontanément par les amplificateurs à fibres optiques. Dans le système représenté sur la figure 5 par exemple, les accès de sortie des amplificateurs à fibres optiques 41 à 44 sont respectivement connectés aux filtres optiques passe bande 61 à 64 ayant les mêmes caractéristiques que celles des filtres optiques passe bande 31 à 34, ce qui supprime les lumières émises spontanément avec les longueurs d'ondes se trouvant à l'extérieur des bandes passantes des filtres optiques passe bande 61 à 64. Dans le système représenté sur la figure 6, l'accès de sortie du coupleur multiple 5 est

connecté à un filtre optique passe bande 7, qui transmet une lumière ayant la longueur d'onde λ_1 à λ_8 et supprime les lumières émises spontanément non-désirées. Puisque les deux systèmes susmentionnés suppriment les
5 lumières émises spontanément, ils contribuent aux améliorations des rapports S/B dans la communication optique.

Dans le mode de réalisation susmentionné de l'invention, le nombre de longueur d'ondes des signaux
10 optiques est de huit, et les signaux optiques sont divisés en plusieurs groupes comprenant des signaux optiques isolés ou voisins par les quatre filtres optiques passe bande. Toutefois, les nombres des longueurs d'ondes et des filtres optiques passe bande
15 peuvent être choisis à volonté et ils peuvent être associés entre eux.

Dans le système de communication optique WDM selon l'invention, puisque les niveaux des groupes des plusieurs signaux optiques sont respectivement et
20 collectivement réglés pour les rendre eux-mêmes uniformes, les niveaux de transmission des signaux optiques peuvent être égalisés en utilisant les filtres optiques passe bande et les amplificateurs à fibres optiques, dont les nombres sont respectivement
25 inférieurs à ceux des signaux optiques, et peuvent être augmentés jusqu'aux valeurs suffisamment élevées.

De plus, selon l'invention, l'amplificateur à fibre optique peut être utilisé pour la communication optique même dans une plage de longueurs d'ondes dans laquelle
30 la dépendance par rapport à la longueur d'onde de son gain n'est pas plate.

En conséquence, le nombre des amplificateurs à fibres optiques nécessaires pour régler les niveaux des

signaux optiques peut être diminué, de sorte que le système peut être de petite taille et de faible prix, et la communication optique WDM sur une large plage de longueurs d'onde devient possible.

- 5 Bien que l'invention ait été décrite en ce qui concerne des modes de réalisation spécifiques pour une description complète et claire, les revendications annexées ne sont pas ainsi limitées mais sont destinées à être considérées comme englobant toutes les
- 10 modifications et variantes de construction pouvant apparaître à un homme du métier, tombant convenablement à l'intérieur de l'enseignement de base présenté ici.

REVENDICATIONS

1. Système de communication optique à multiplexage en longueur d'onde, caractérisé en ce qu'il comprend :

un amplificateur optique de premier étage (1) pour amplifier de façon collective des signaux optiques
5 multiplexés en longueur d'onde,

des moyens (2) pour démultiplexer une sortie dudit amplificateur optique de premier étage en plusieurs groupes d'un ou plusieurs signaux optiques,

plusieurs amplificateurs optiques de deuxième étage
10 (41, 42, 43, 44), pour amplifier respectivement les sorties desdits moyens (2) pour démultiplexer ladite sortie dudit l'amplificateur optique de premier étage (1), et

des moyens (5) pour multiplexer les sorties desdits
15 plusieurs amplificateurs optiques de deuxième étage (41, 42, 43, 44).

2. Système de communication optique selon la revendication 1, dans lequel :

lesdits moyens (2) pour démultiplexer ladite sortie
20 dudit amplificateur optique de premier étage sont formés d'un premier coupleur à multiplexage en longueur d'onde.

3. Système de communication optique WDM selon la revendication 1, dans lequel :

25 lesdits moyens (5) pour multiplexer lesdites sorties desdits plusieurs amplificateurs optiques de deuxième étage (41, 42, 43, 44) sont formés d'un deuxième coupleur à multiplexage en longueur d'onde.

4. Système de communication optique selon la
30 revendication 1, dans lequel :

lesdits moyens (2) pour démultiplexer ladite sortie dudit amplificateur optique de premier étage sont constitués d'un séparateur optique multiple et de premiers plusieurs filtres optiques passe bande (31, 32, 33, 34) respectivement connectés à des fibres optiques de sortie dudit séparateur optique multiple (2).

5. Système de communication optique selon la revendication 1, dans lequel :

10 lesdits moyens (5) pour multiplexer lesdites sorties desdits plusieurs amplificateurs optiques de deuxième étage (41, 42, 43, 44) sont constitués d'un coupleur optique multiple.

6. Système de communication optique selon la revendication 1, comprenant en outre des deuxièmes plusieurs filtres optiques passe bande (61, 62, 63, 64) destinés à supprimer des lumières non-désirées, respectivement insérés entre les accès de sortie desdits plusieurs amplificateurs optiques de deuxième étage (41, 42, 43, 44) et les accès d'entrée desdits moyens (5) pour multiplexer lesdites sorties desdits plusieurs amplificateurs optiques de deuxième étage (41, 42, 43, 44).

7. Système de communication optique selon la revendication 1, comprenant en outre un troisième filtre optique passe bande (7) destiné à supprimer des lumières non-désirées, connecté à un accès de sortie desdits moyens (5) pour multiplexer lesdites sorties desdits plusieurs amplificateurs optiques de deuxième étage (41, 42, 43, 44).

8. Système de communication optique selon la revendication 1, dans lequel :

lesdits amplificateurs optiques de premier et deuxième étages sont respectivement des amplificateurs à fibres optiques comprenant des fibres optiques pourvues de coeurs dopés avec un métal de terre rare.

- 5 9. Système de communication optique selon la revendication 4, dans lequel :

lesdits premiers plusieurs filtres optiques passe bande (31, 32, 33, 34) sont des filtres optiques à réseaux de Bragg sur fibres.

- 10 10. Système de communication optique selon la revendication 4, dans lequel :

lesdits premiers plusieurs filtres optiques passe bande (31, 32, 33, 34) sont des filtres optiques diélectriques.

- 15 11. Système de communication optique selon la revendication 6, dans lequel :

lesdits deuxièmes plusieurs filtres optiques passe bande (61, 62, 63, 64) sont des filtres optiques à réseaux de Bragg sur fibres.

- 20 12. Système de communication optique selon la revendication 6, dans lequel :

lesdits deuxièmes plusieurs filtres optiques passe bande (61, 62, 63, 64) sont des filtres optiques diélectriques.

- 25 13. Système de communication optique selon la revendication 7, dans lequel :

ledit troisième filtre optique passe bande (7) est un filtre optique à réseau de Bragg sur fibre.

- 30 14. Système de communication optique selon la revendication 7, dans lequel :

ledit troisième filtre optique passe bande (7) est un filtre optique diélectrique.

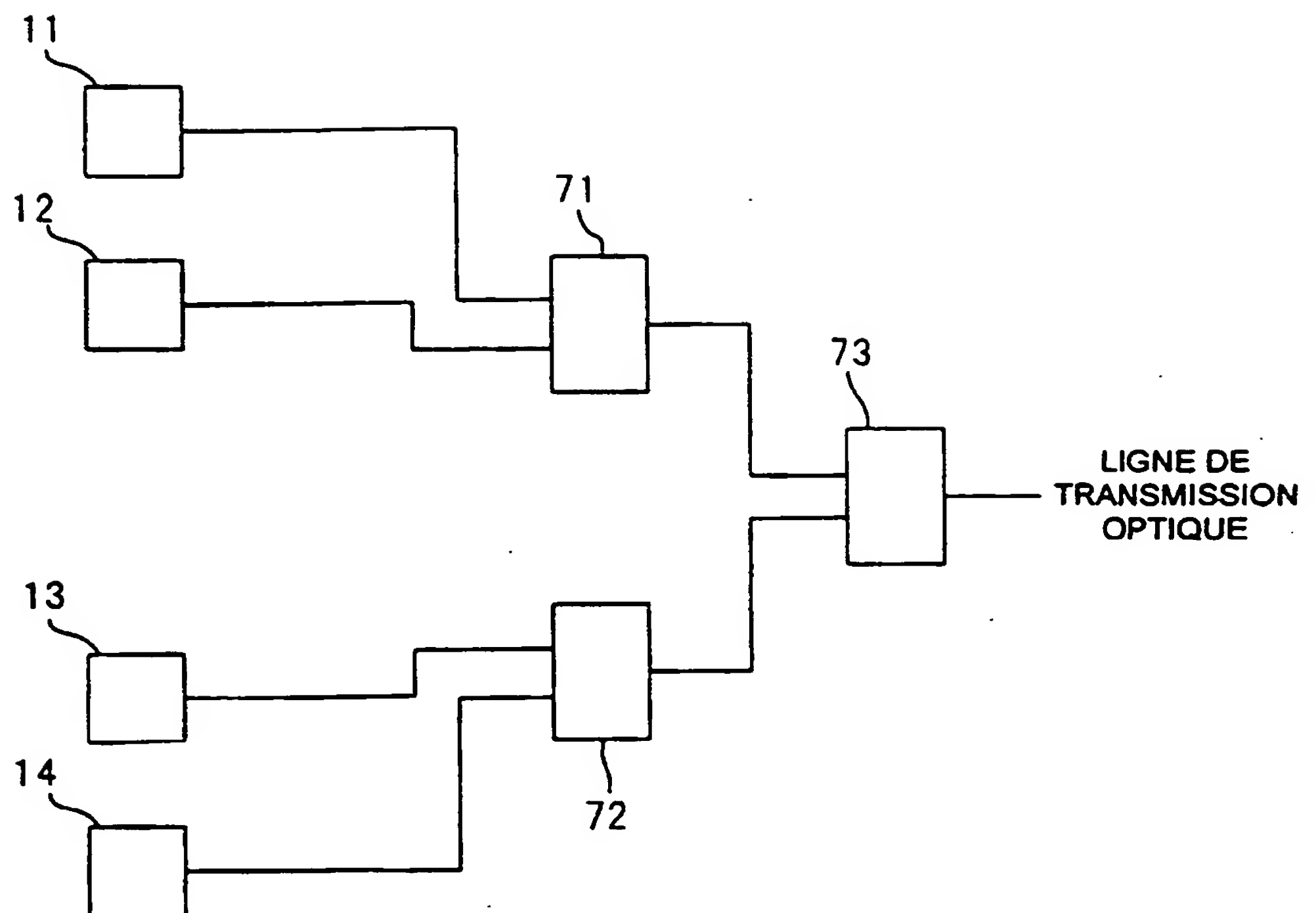
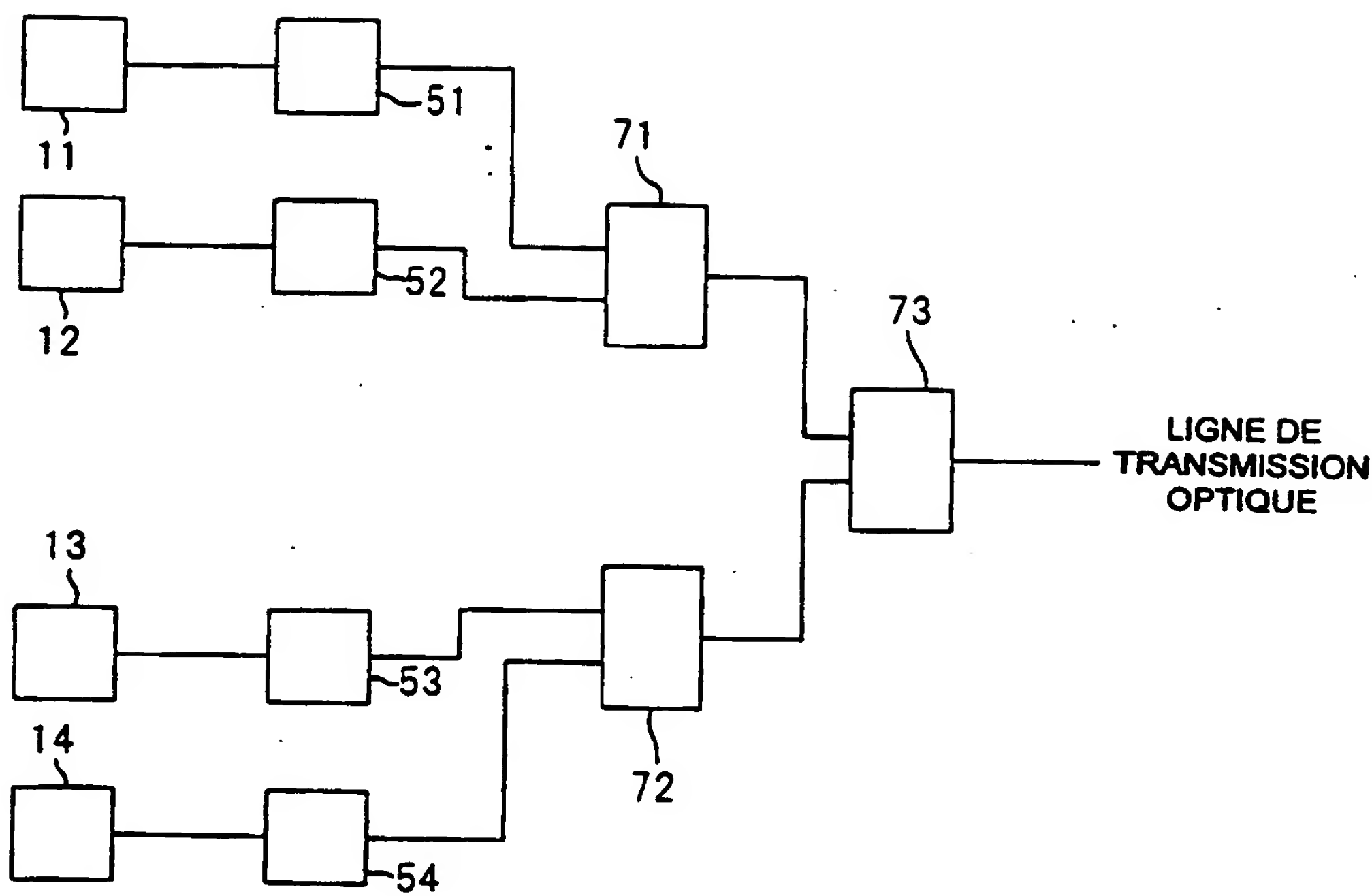
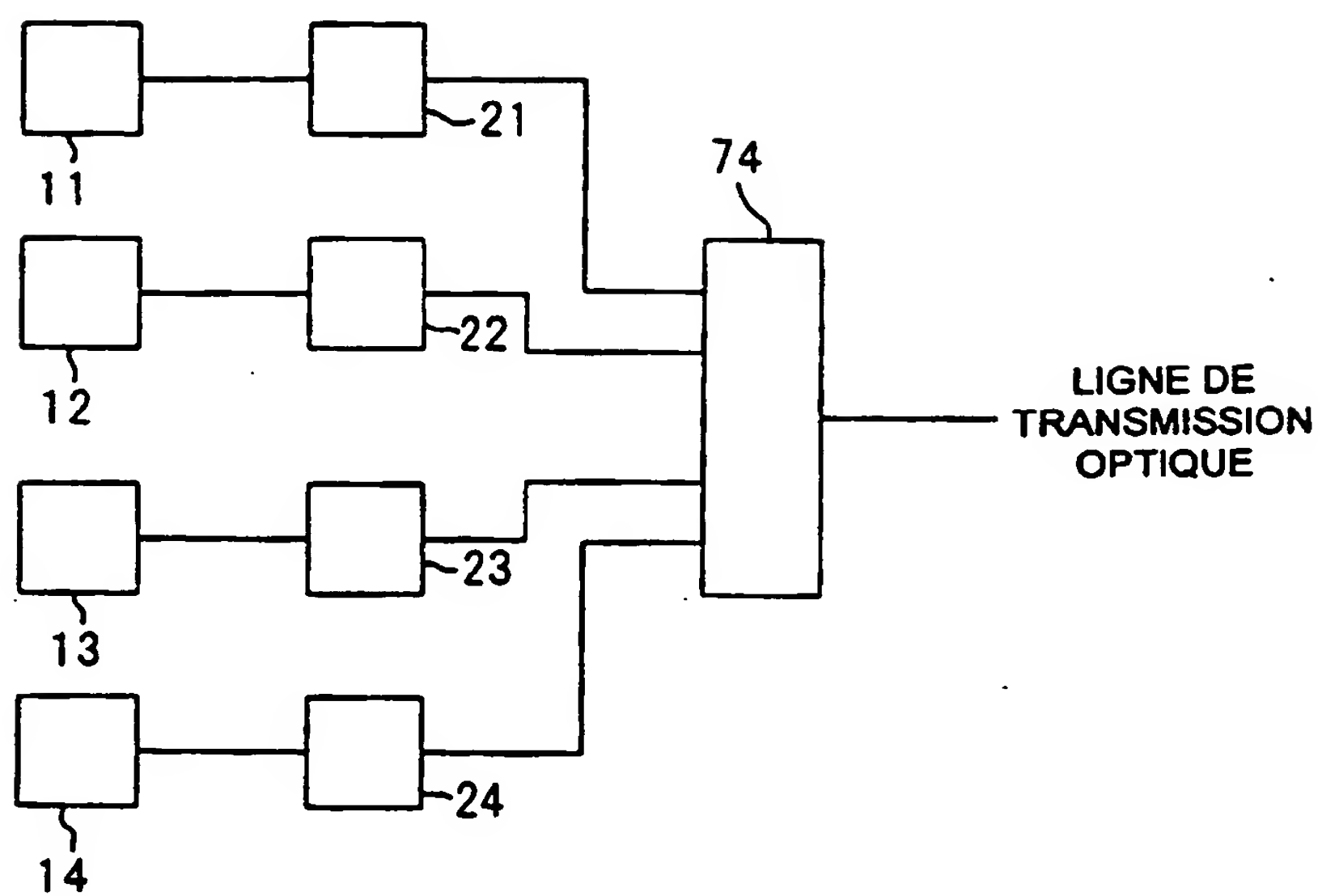
FIG. 1

FIG.2



3/10

FIG. 3



4 / 10

FIG. 4

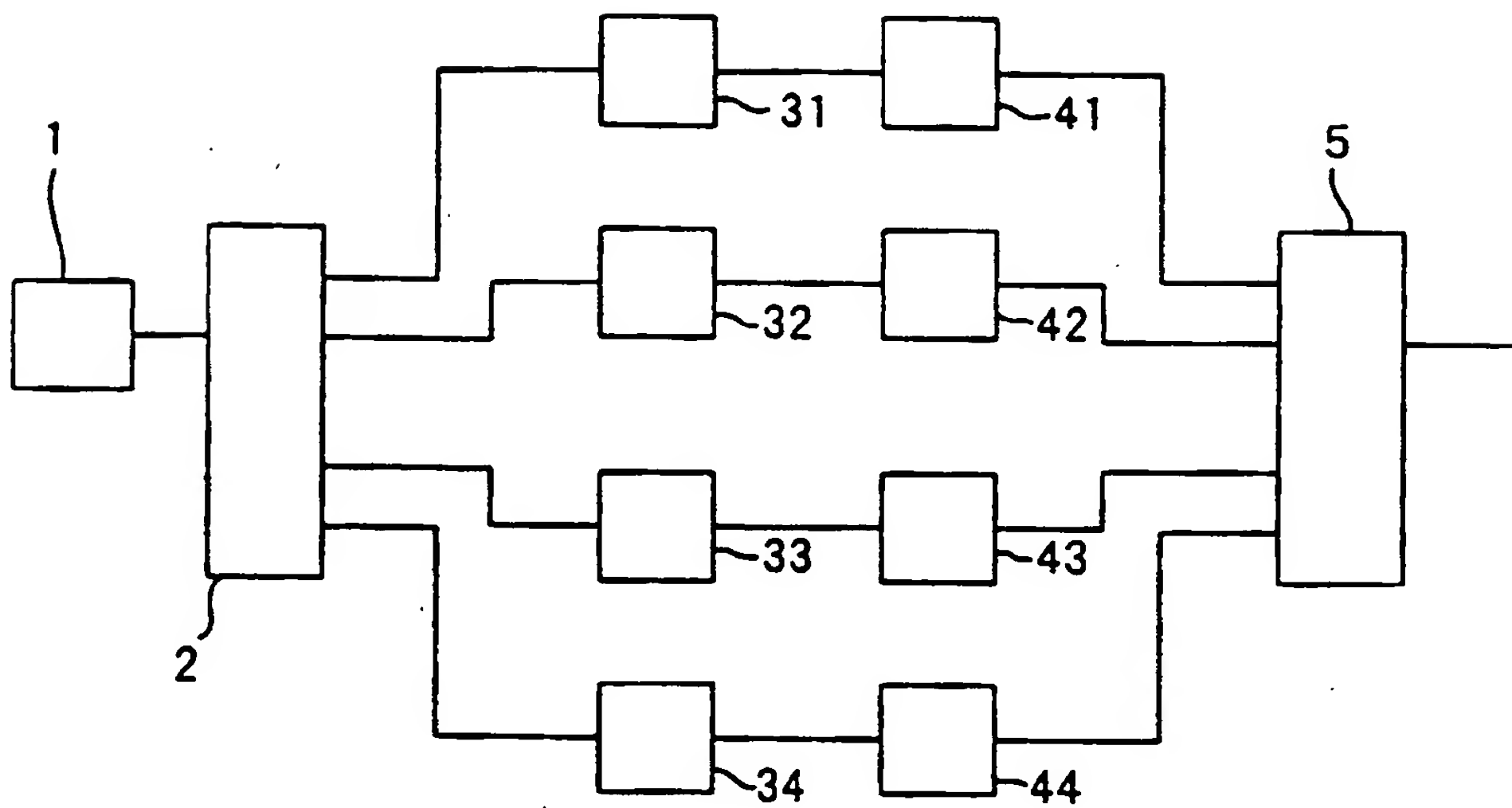


FIG. 5

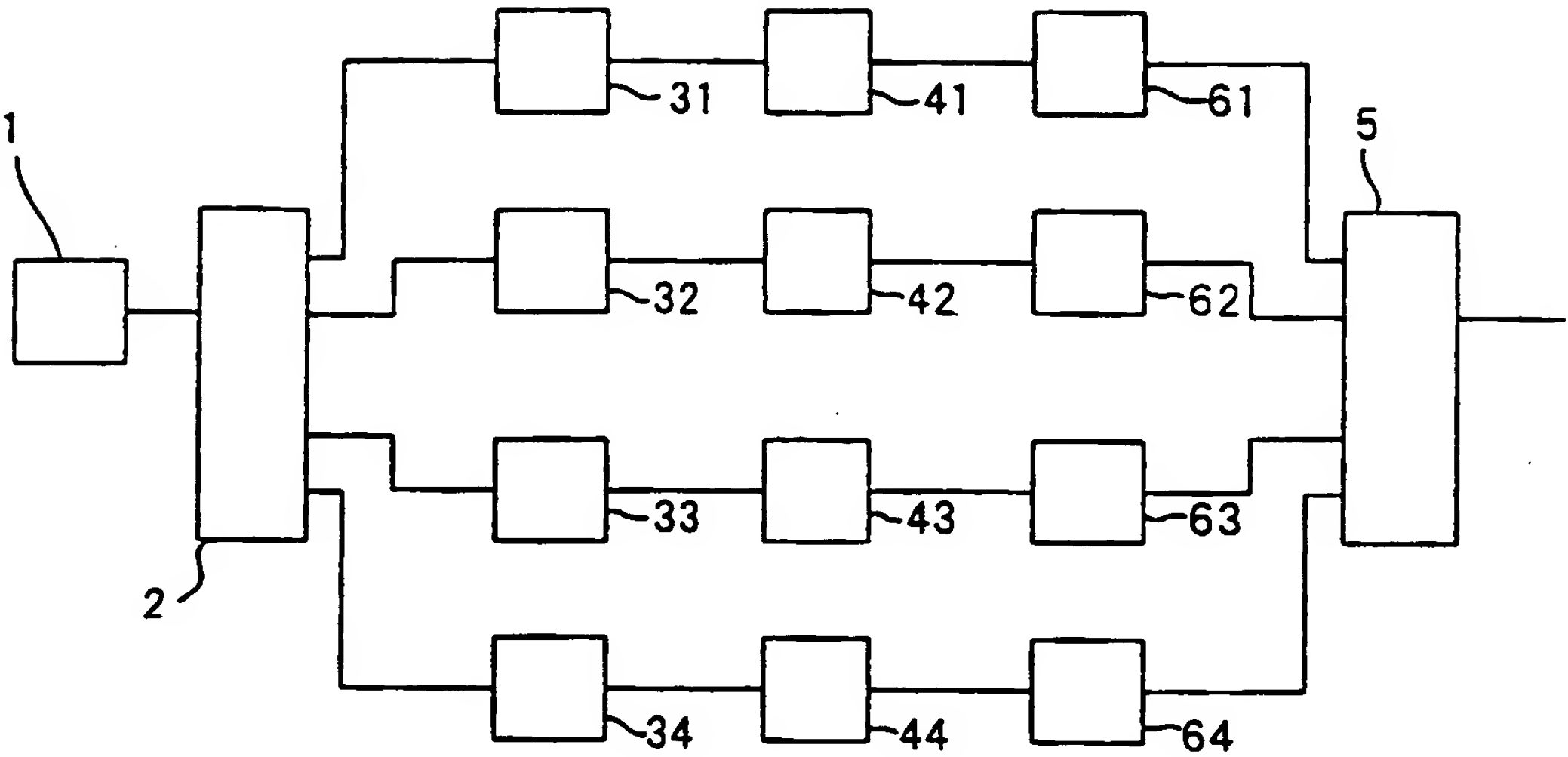


FIG. 6

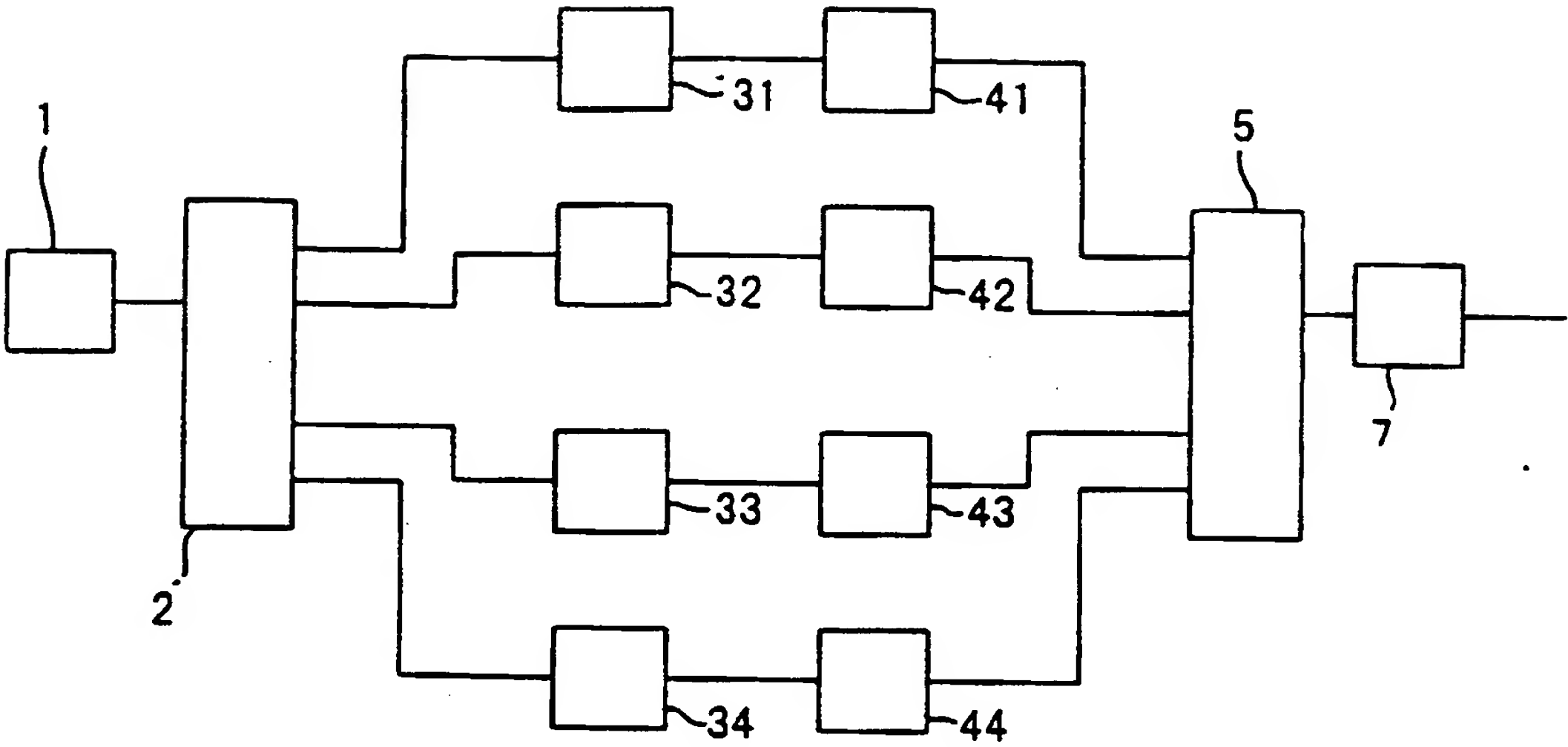
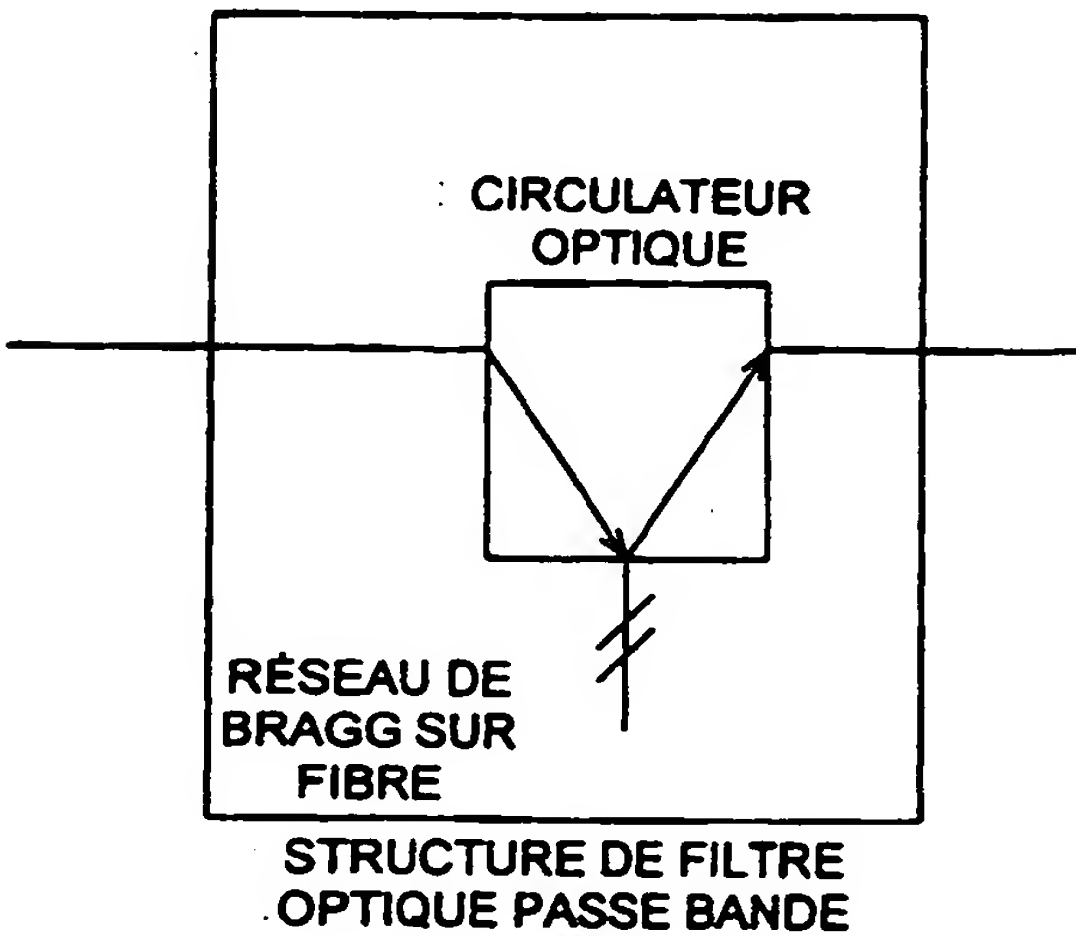
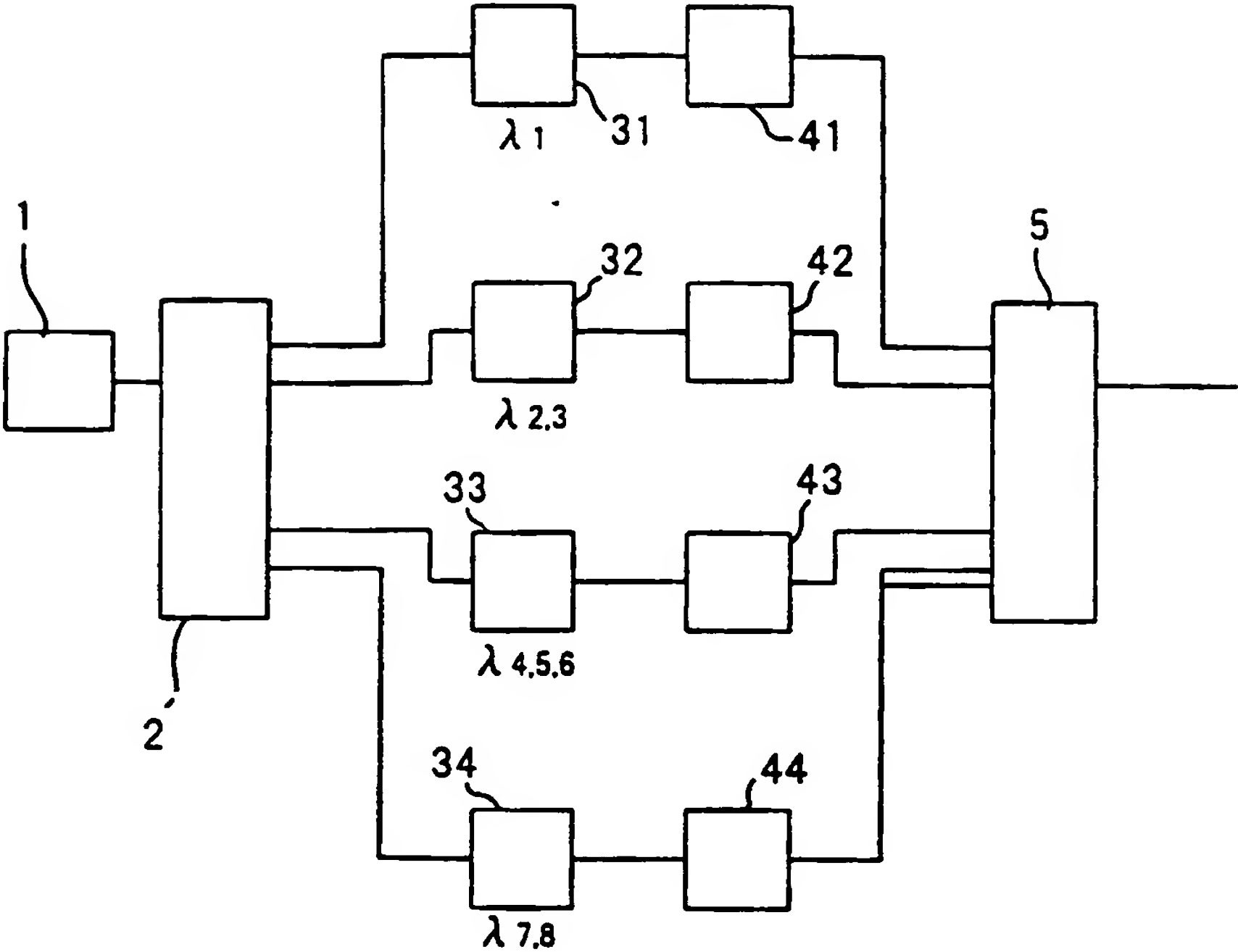
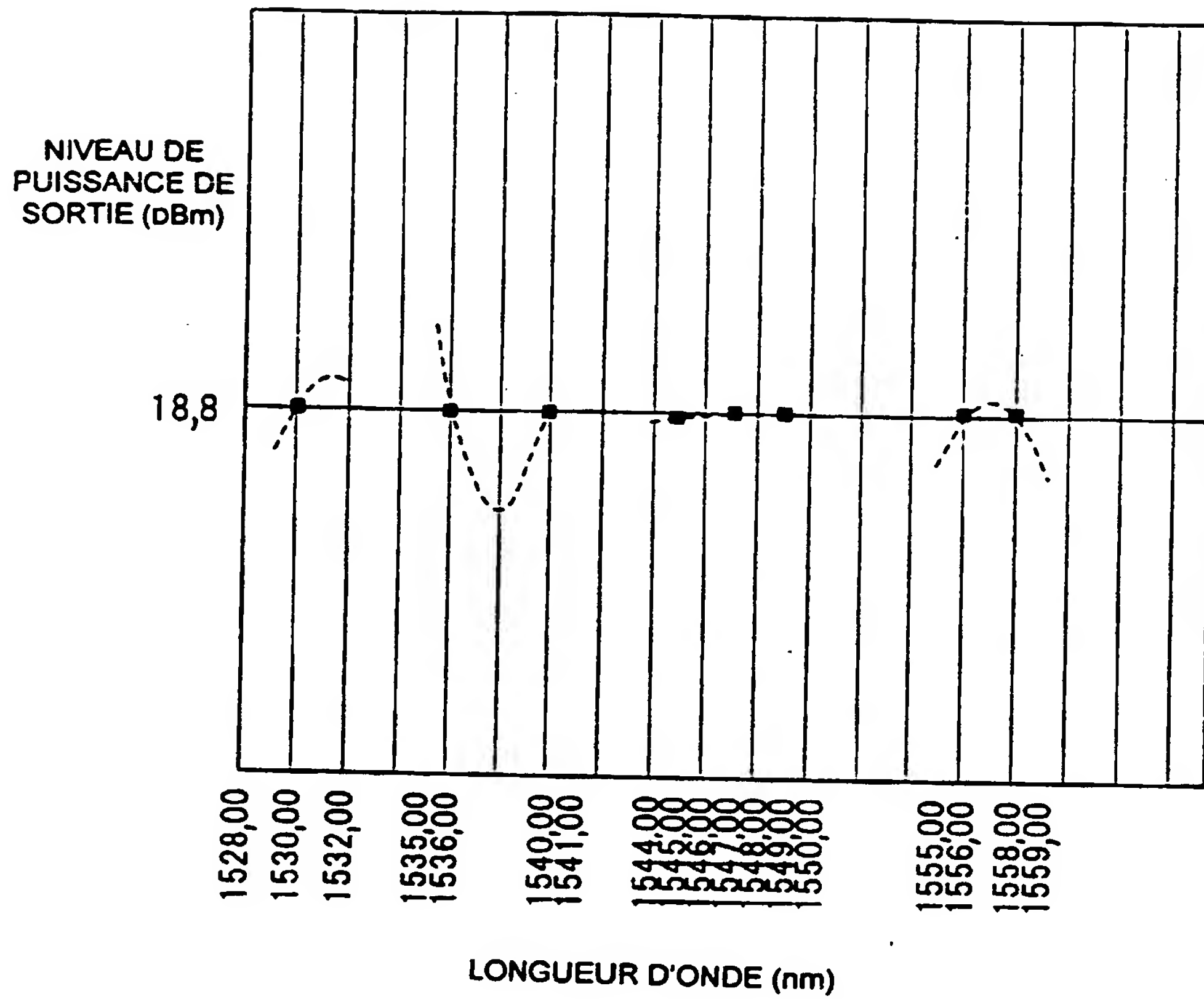


FIG. 7



8/10

FIG.8



9/10

FIG. 9

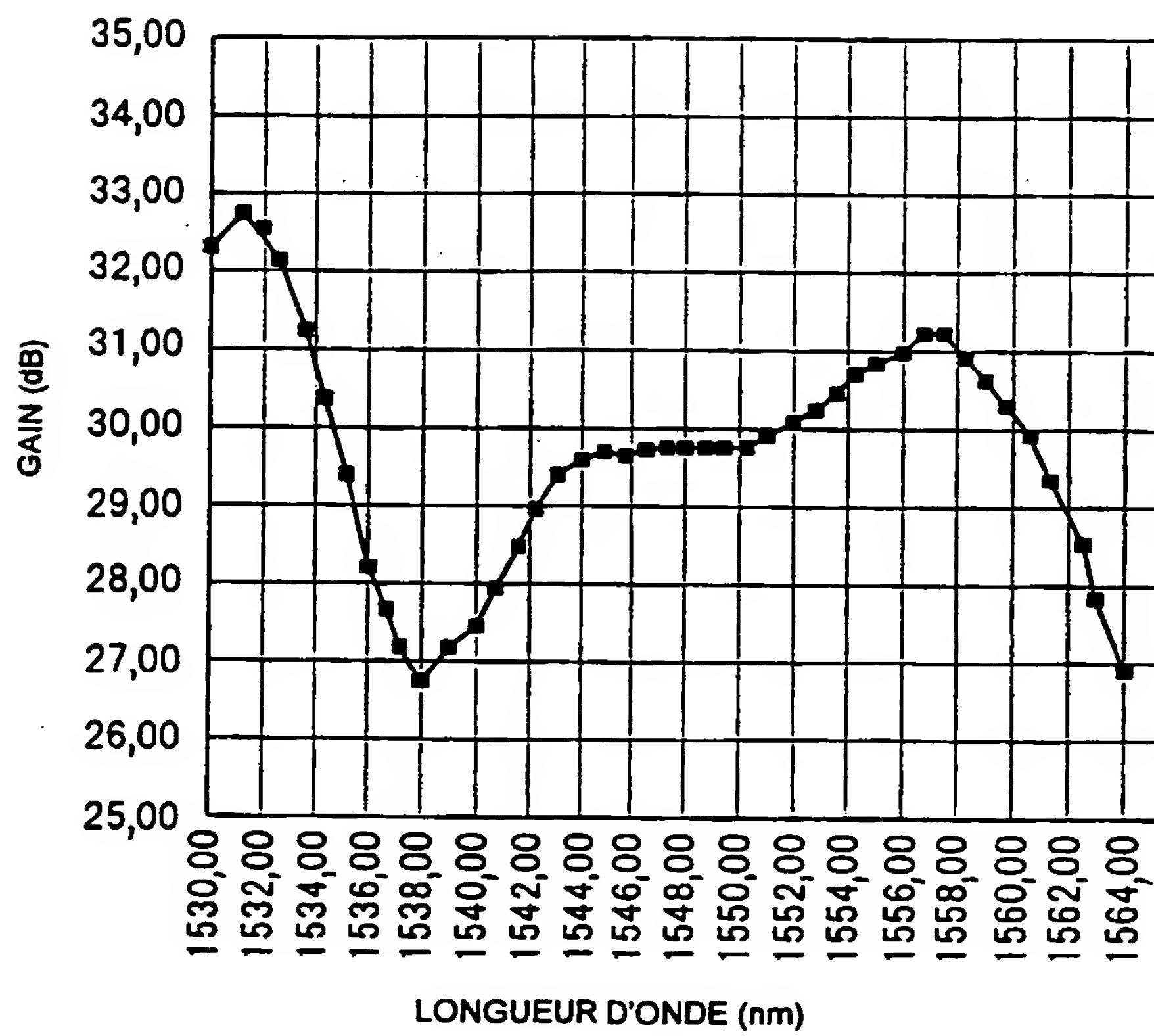


FIG. 10

